

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PATENTSCHRIFT



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 288 980 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) A 23 L 1/307

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD A 23 L / 334 589 3	(22)	15. 11. 89	(44)	18. 04. 91
(71)	Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, O - 1080 Berlin, DE				
(72)	Mieth, Gerhard, Dr. rer. nat.; Bock, Willy, Dr. rer. nat.; Stoof, Gisela, Dr. rer. nat.; Schneider, Christoph, Dr. rer. nat.; Marzilger, Karin; Hauffe, Waltraud, DE				
(73)	Zentralinstitut für Ernährung, Patentbüro, Arthur-Scheunert-Allee 114/116, O - 1505 Bergholz-Rehbrücke, DE				
(74)	siehe (73)				
(54)	Verfahren zur Behandlung von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien zwecks Gewinnung von Ballaststoffen				

(55) Ballaststoffgewinnung; Enzymeinwirkung; Verarbeitungsrückstände bei Speiseölgewinnung; Getreidekleie; Getreidekeimlinge; enzymatischer Aufschluß

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien zwecks Gewinnung von Ballaststoffen. Gegenstand des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Gewinnung von Ballaststoffen, und zwar hauptsächlich aus den Verarbeitungsrückständen einer Öl- und/oder Proteingewinnung sowie aus Mühlennebenprodukten. Die bei einer Ganzfruchtverarbeitung von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien anfallenden Verarbeitungsrückstände ebenso wie Schalen dieser Rohstoffe, Getreidekleie oder -keimlinge werden einem enzymatischen Abbau unterworfen. Die Einwirkung von Proteasen, Amylasen, Lipasen oder auch Phytasen wird gegebenenfalls mit einem thermischen oder extraktiven Aufschluß kombiniert.

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Behandlung von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien zwecks Gewinnung von Ballaststoffen, vorzugsweise auf der Basis von Sojabohnen und Weizen im Zuge einer Ganzfruchtverarbeitung der Rohstoffe durch Hydrolyse einschließlich einer Erhitzung und Extraktion, dadurch gekennzeichnet, daß die bei einer Ganzfruchtverarbeitung von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien als Kuppelprodukte einer Öl- und/oder Proteingewinnung anfallenden Verarbeitungsrückstände und/oder Schalen sowie als Mühlennebenprodukte anfallenden Getreidekleie und/oder -keimlinge einem enzymatischen Abbau mittels eines Proteasen und Amylasen, gegebenenfalls auch Lipasen und/oder Phytasen enthaltenden Enzymkomplexes, gegebenenfalls auch in Kombination mit einem thermischen und/oder extraktiven Aufschluß unterworfen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der proteolytische Abbau durch 1- bis 10stündige Inkubation der auf Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnisse von 1 zu 1 bis 1 zu 10, Temperaturen von 30 bis 60°C und pH-Werte von 3,0 bis 8,0 eingestellten Rohstoffe mittels unspezifischer Endo- und Exopeptidasen, vorzugsweise aus *Bacillus subtilis*, durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der amylolytische Abbau durch 1- bis 5stündige Inkubation der auf Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnisse von 1 zu 1 bis 1 zu 10, Temperaturen von 40 bis 80°C und pH-Werte von 4,0 bis 7,0 eingestellten Rohstoffe mittels Amylasen, vorzugsweise aus *Bacillus subtilis*, durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der lipolytische Abbau durch 1- bis 5stündige Inkubation der auf Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnisse von 1 zu 1 bis 1 zu 10, Temperaturen von 30 bis 40°C und pH-Werte von 7,0 bis 9,0 eingestellten Rohstoffe mittels Lipasen, vorzugsweise aus *Rhizopus japonicus*, durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Phytinsäureabbau durch 1- bis 5stündige Inkubation der auf Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnisse von 1 zu 1 bis 1 zu 10, Temperaturen von 30 bis 60°C und pH-Werte von 2,0 bis 6,0 eingestellten Rohstoffe mittels Phytasen, vorzugsweise aus *Aspergillus niger*, durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der enzymatische Abbau von Proteinen, Stärken, Lipiden und Phytasen in den Rohstoffen sukzessiv oder simultan durchgeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die enzymatisch behandelten Rohstoffe gegebenenfalls einer wäßrigen Nachextraktion bei Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnissen von 1 zu 5 bis 1 zu 10, Temperaturen von 40 bis 90°C und pH-Werten von 8,0 bis 10,0 unterworfen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohstoffe gegebenenfalls vor oder nach dem enzymatischen Abbau einer Erhitzung auf Temperaturen $\geq 100^\circ\text{C}$ unterworfen werden.
9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß gegebenenfalls aus den nach dem enzymatischen Abbau und der separativen oder filtrativen Abtrennung der unlöslichen Komponenten anfallenden Extrakten Protein- und/oder Stärkehydrolysate gewonnen werden.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien, vorzugsweise Sojabohnen und Weizen, in Form von Verarbeitungsrückständen einer Öl- und/oder Proteingewinnung sowie Mühlennebenprodukten zwecks Gewinnung von Ballaststoffen für die Humanernährung.

Hauptanwendungsgebiet der Erfindung ist der diätetische Sektor, speziell der Einsatz der Präparate bei der Herstellung von mit unverdaulichen Kohlenhydraten angereicherten oder an verdaulichen Lipiden reduzierten Lebensmitteln.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Ballaststoffe in Form unverdaulicher Polysaccharide erlangen neuerdings im Zusammenhang mit speziellen Diätnahrungen bei einer Reihe von Zivilisationskrankheiten, wie Obstipation, postprandiale Hyperglucosämie, Hypercholesterolemie, Adipositas, Arteriosklerose und Diabetes mellitus, eine zunehmende Bedeutung. Ihr Einsatz ist aber limitiert durch das rohstoffbedingte Vorkommen von antinutritiven Bestandteilen, insbesondere Gluten, Phytinsäure, Trypsin-Inhibitoren, Alkaloiden und Glucosinolaten.

Auf dem internationalen Markt wird eine Palette von Ballaststoffpräparaten auf Basis von Verarbeitungsprodukten von Getreide, Hackfrüchten, Gemüse, Obst und Leguminosen angeboten. Das betrifft beispielsweise die Präparate FIBREX aus extrahierten Zuckerrübenschnitzeln und FIBRIM aus geschälten und entfetteten Sojabohnenflocken. Diese zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Cellulose, Hemicellulose und Pektin aus, wobei der Gesamtanteil an unverdaulichen Zellwandpolymeren ca. 70% beträgt. Kommerziell verfügbar sind darüber hinaus zum einen sogenannte funktionelle Faserprodukte, die neben obigen Verbindungen noch erhebliche Anteile an Stärke und verdaulichen Polysacchariden enthalten. Prototyp eines derartigen Lebensmittelzusatzstoffes ist beispielsweise NUTRIO P-FIBRE aus geschälten Erbsen, dessen Gehalt an echten Ballaststoffen lediglich bei 47% liegt und das zu 36% aus Stärke besteht. Zum anderen sind ballaststoffreiche Lebensmittel, wie BRANY, mit spezifischer diätetischer Wirkung im Handel. Dabei handelt es sich um ein u. a. mit Wirkstoffen und Spurenelementen angereichertes hydrothermisch aufgeschlossenes Kleiepräparat mit einem Ballaststoffgehalt von 27%. Die Gewinnung von Ballaststoffen aus Leguminosen erfolgt meist durch Extraktion oder mechanische Abtrennung verdaulicher Komponenten, so daß diese in der Regel nicht mehr als 10% an Restproteinen und 1% an Restlipiden enthalten.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Erschließung und Nutzbarmachung bisher ungenügend für eine Gewinnung von Ballaststoffen verwendeter, jedoch leicht zugänglicher Rohstoffquellen in Form von Kuppel- und Nebenprodukten einer Ganzfruchtverarbeitung von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien als diätetische und funktionelle Lebensmittelzusatzstoffe. Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, Verfahrensbedingungen aufzuzellen, die zu einer Anreicherung unverdaulicher Polysaccharide in den Verarbeitungsrückständen einer Öl- und/oder Proteingewinnung aus Ölsamen, Leguminosensamen sowie Mühlennebenprodukten, vorzugsweise Sojabohnen und Weizen, bei gleichzeitiger verbesserter Eliminierung antinutritiver Komponenten führen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Gewinnung von Ballaststoffen aus polysaccharidreichen Rohstoffen auf der Basis von Ölsamen, Leguminosen und speziell den bei einer Ganzfruchtverarbeitung von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien als Kuppelprodukte einer Öl- und/oder Proteingewinnung anfallenden Verarbeitungsrückständen und/oder Schalen sowie den als Mühlennebenprodukte anfallenden Getreidekleien und/oder -keimlingen erfolgt erfindungsgemäß durch sukzessiven oder simultanen Abbau unerwünschter Komponenten mit Proteasen, gegebenenfalls auch Amylasen, Lipasen und Phytasen sowie ihren Gemischen in Kombination mit einem thermischen und/oder extraktiven Aufschluß.

Wie nämlich gefunden wurde, stellen die im Prozeß einer Ganzfruchtverarbeitung als Kuppelprodukte anfallenden, bisher überwiegend als Zuschlagstoffe in der Tier- oder Humanernährung verwerteten Rückstände einer Öl- und Proteinoxtraktion von Ölsamen, Leguminosen und Cerealien, wie auch die bei einer Schälung der Samen resultierenden Mühlennebenprodukte wegen einer damit verbundenen Voranreicherung unverdaulicher Polysaccharide eine prädestinierte Rohstoffquelle zur Gewinnung ernährungsphysiologisch wertvoller und anwendungstechnisch interessanter Ballaststoffpräparate dar.

Erfindungsgemäß läßt sich eine weitere Konzentrierung leicht durch einen gezielten enzymatischen Abbau von Restproteinen, -stärken und -lipiden bewerkstelligen, wobei sich die Auswahl des Enzymkomplexes nach der Basiszusammensetzung der Rohstoffe und dem Applikationsfeld der Finalprodukte richtet und sich für spezielle Einsatzgebiete als vorteilhaft erweist. Der proteolytische Abbau ist demzufolge Verfahren der Wahl für eine Behandlung entfetteter, von Natur aus proteinreicher Kuppelprodukte der Verarbeitung von Leguminosensamen, vorzugsweise Sojabohnen. Er erfolgt erfindungsgemäß durch 1- bis 10stündige Inkubation der auf Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnisse von 1 zu 1 bis 1 zu 10, Temperaturen von 30 bis 70°C und pH-Werte von 3,5 bis 8,0 eingestellten Rohstoffe mittels unspezifischer Endo- und Exopeptidasen, vorzugsweise aus *Bacillus subtilis*.

Der amylolytische Abbau ist demgegenüber angezeigt für eine Behandlung von Natur aus stärkereicher Kuppelprodukte der Verarbeitung von Leguminosensamen, vorzugsweise Ackerbohnen. Er erfolgt durch 1- bis 5stündige Inkubation der auf Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnisse von 1 zu 1 bis 1 zu 10, Temperaturen von 50 bis 70°C und pH-Werte von 4,8 bis 7,0 eingestellten Rohstoffe mittels Amylasen, vorzugsweise aus *Bacillus subtilis*.

Der lipolytische Abbau steht im Vordergrund für eine Behandlung von Natur aus relativ fettreicher Kuppelprodukte der Verarbeitung von Leguminosensamen, vorzugsweise Lupinen. Er erfolgt erfindungsgemäß durch 1- bis 5stündige Inkubation der auf Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnisse von 1 zu 1 bis 1 zu 10, Temperaturen von 30 bis 50°C und pH-Werte von 7,0 bis 9,0 eingestellten Rohstoffe mittels Lipasen, vorzugsweise aus *Rhizopus japonicus*.

Der Phytinsäureabbau ist wiederum vorteilhaft bei einer Behandlung von Natur aus phytinsäurereicher Kuppelprodukte der Verarbeitung von Cerealienkeimen und -kleien, vorzugsweise von Mais. Er erfolgt erfindungsgemäß durch 1- bis 5stündige Inkubation der auf Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnisse von 1 zu 1 bis 1 zu 10, Temperaturen von 30 bis 60°C und pH-Werte von 2,0 bis 6,0 eingestellten Rohstoffe mittels Phytasen, vorzugsweise aus *Aspergillus niger*.

Der Einsatz von Mischenzymen erweist sich vor allem bei einer Applikation der Ballaststoffpräparate auf dem diätetischen Sektor als notwendig. Das betrifft insbesondere Rohstoffe mit hohem Gluten- und Phytatgehalt, wie Cerealien, aber auch solche mit hohem Gehalt an verdaulichen Kohlenhydraten, wie Ackerbohnen, deren Verzehr bei bestimmten Krankheiten, z. B. Diabetes mellitus und Zöliakie, limitiert bzw. untersagt ist.

Enzymkonzentrationen und Inkubationszeit hängen dabei naturgemäß vor allem von der Enzymaktivität, der Substratspezifität und dem Wirkungsoptimum ab; zudem fungiert der Enzyminhibitorstatus der Rohstoffe als variable Einflußgröße.

Letzterem wird erfindungsgemäß dadurch Rechnung getragen, indem die Rohstoffe gegebenenfalls vor dem enzymatischen Abbau einer thermischen Behandlung durch Erhitzung, beispielsweise Dämpfung, Kochung oder Extrusion auf Temperaturen $\geq 100^\circ\text{C}$ zwecks Inaktivierung von Enzyminhibitoren unterworfen werden.

Wie weiterhin gefunden wurde, erweist sich eine wäßrige Nachextraktion der enzymatisch abgebauten Rohstoffe bei Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnissen von 1 zu 5 bis 1 zu 10, Temperaturen von 40 bis 90°C und pH-Werten von 8,0 bis 10,0 nicht nur zweckmäßig hinsichtlich einer weiteren Konzentrierung von Ballaststoffen, sondern auch günstig bezüglich einer Verbesserung der sensorischen und funktionellen Eigenschaften der Finalprodukte.

Schließlich wurde gefunden, daß sich die nach dem enzymatischen Abbau sowie dem thermischen und/oder extraktiven Aufschluß bei einer Separation bzw. Filtration neben den unlöslichen Ballaststoffen anfallenden löslichen Extraktstoffe zu Protein- und/oder Stärkehydrolysaten weiterverarbeiten lassen, wobei eine direkte Trocknung, wie auch eine Auftrennung unter Einsatz einer Ultrafiltration oder von Ionenaustauschern möglich ist.

Die Erfindung wird anhand nachstehender Ausführungsbeispiele erläutert.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

1 kg eines bei der Gewinnung von Proteinisolat aus entfetteten ungeschälten Sojabohnen resultierenden Extraktionsrückstandes wird nach 5 Minuten Dämpfung mit der 5fachen Menge Wasser angemalscht und bei 40°C und pH 6,0 mit 0,1 % einer neutralen Protease von *Bacillus subtilis* über 10 Stunden hydrolysiert. Die fermentierte Maische wird separiert, und der Rückstand wird mit der 5fachen Menge Wasser, bezogen auf die Masse des eingesetzten Rohstoffes, nachextrahiert. Die nach erneuter Separation anfallenden unlöslichen Ballaststoffe werden sprühgetrocknet. Die vereinigten wäßrigen Phasen werden über ein Anionenaustauscherharz auf Basis aromatischer Amine „deproteinisiert“ und in den Extraktionskreislauf zurückgeführt. Als Finalprodukte werden erhalten ca. 0,80 kg eines Ballaststoffpräparates und ca. 0,20 kg eines Proteinhydrolysates. Ersteres weist einen Gesamtgehalt an Ballaststoffen von ca. 70 % auf, ist reich an löslichen Hemicellulosen und frei von Trypsininhibitoren sowie verdaulichen Kohlenhydraten (Tabelle 1).

Beispiel 2

1 kg eines bei der Gewinnung von Proteinisolat aus geschälten Ackerbohnen resultierenden vorgewaschenen Extraktionsrückstandes wird mit der 4fachen Menge Wasser angemalscht und 15 Minuten auf 90°C erhitzt. Die Maische wird sukzessiv mit jeweils 0,1 % einer Amylase von *Bacillus subtilis* und einer sauren Protease von *Bacillus subtilis* bei pH-Werten von jeweils 4,0 und Temperaturen von 60 bzw. 30°C über jeweils 4 Stunden hydrolysiert. Die fermentierte Maische wird filtriert und der Rückstand mit der 10fachen Menge Wasser, bezogen auf die Masse des eingesetzten Rohstoffes, nachextrahiert. Die nach erneuter Filtration anfallenden Ballaststoffe, wie auch die vereinigten wäßrigen Phasen, werden wirbelschichtgetrocknet. Als Finalprodukt werden erhalten ca. 0,85 kg eines Ballaststoffpräparates und ca. 0,15 kg eines Protein-Stärke-Hydrolysatgemisches. Ersteres weist einen Gesamtgehalt an Ballaststoffen von ca. 80 % auf, ist reich an unlöslichen Hemicellulosen und nahezu frei an verdaulichen Kohlenhydraten (Tabelle 1).

Beispiel 3

1 kg eines bei der Gewinnung von Proteinisolat aus ungeschälten Erbsen resultierenden Extraktionsrückstandes wird mit der 7fachen Menge Wasser angemalscht. Die Maische wird mit 1 % einer alkalischen Protease von *Thermoactinomyces vulgaris* bei pH 8,0 und 70°C über 1 Stunde hydrolysiert. Die fermentierte Maische wird unter Druck 10 Sekunden auf 140°C erhitzt und separiert. Der Rückstand wird mit der 3fachen Menge Wasser, bezogen auf die Masse des eingesetzten Rohstoffes, nachextrahiert. Die nach erneuter Separation anfallenden Ballaststoffe werden gefriergetrocknet, die vereinigten wäßrigen Phasen durch Ultrafiltration an Celluloseacetat-Membranen konzentriert und gleichfalls gefriergetrocknet. Als Finalprodukte werden erhalten ca. 0,90 kg eines Ballaststoffpräparates und ca. 0,1 kg eines Protein-Stärke-Hydrolysatgemisches. Ersteres weist einen Gesamtgehalt an Ballaststoffen von ca. 87 % auf, ist reich an unlöslichen Hemicellulosen und nahezu frei von verdaulichen Kohlenhydraten (Tabelle 1).

Beispiel 4

1 kg eines bei der Gewinnung von Proteinisolat aus Lupin:en resultierenden Extraktionsrückstandes wird mit der 8fachen Menge Wasser angemalscht. Die Maische wird simultan mit 1,0 % eines Gemisches von Proteasen, Amylasen und Lipasen aus *Paenibacillus* bei pH 7,5 und 40°C über 5 Stunden hydrolysiert. Die nach Separation anfallenden Ballaststoffe werden sprühgetrocknet. Aus der wäßrigen Phase werden nach dem Ansäuern freie Fettsäuren durch Separation abgetrennt, und die gelösten Extraktstoffe werden unter Vakuum eingedickt. Als Finalprodukte werden erhalten ca. 0,8 kg eines Ballaststoffpräparates, ca. 0,05 kg eines Lipidhydrolysates und ca. 0,15 kg eines Proteinhydrolysates. Ersteres weist einen Gesamtgehalt an Ballaststoffen von ca. 85 % auf und ist nahezu frei von Alkaloiden (Tabelle 2).

Beispiel 5

1 kg eines bei der Gewinnung von Öl aus Doppelqualitätsraps resultierenden Extraktionsrückstandes wird mit der 10fachen Menge 3%iger Kochsalzlösung angemalscht. Die Maische wird mit 0,5 % Pepsin aus Magensaft bei pH 2,0 und 30°C über 3 Stunden hydrolysiert. Die nach Separation anfallenden Ballaststoffe werden mit der 3fachen Menge 50%igem Ethanol gewaschen und solventliert, die wäßrige Phase wird sprühgetrocknet. Als Finalprodukte werden erhalten ca. 0,8 kg eines Ballaststoffpräparates und ca. 0,35 kg eines Proteinhydrolysates. Ersteres weist einen Gesamtgehalt an Ballaststoffen von ca. 75 % auf und ist frei von Glucosinolaten und Agluconen (Tabelle 2).

Beispiel 6

1 kg bei der Gewinnung von Stärke aus Mais resultierender Kerne wird mit der 2fachen Menge Wasser angemaischt. Die Maische wird sukzessiv mit je 0,2% Papain und FINASE bei pH 8,0 und 60°C bzw. pH 6,0 und 60°C über je 5 Stunden hydrolysiert. Die Maische wird 10 Minuten auf 100°C erhitzt und separiert, der Separationsrückstand mit der 3fachen Menge Wasser gewaschen. Als Finalprodukte werden erhalten ca. 0,45 kg eines Lipidkonzentrates und ca. 0,15 kg eines Proteinhydrolysates. Ersteres weist einen Gesamtgehalt an Ballaststoffen von ca. 78% auf und ist frei von Phytinsäure (Tabelle 2).

Beispiel 7

1 kg bei der Gewinnung von Mehl aus Weizen resultierender Kleie wird mit der 2fachen Menge Wasser angefeuchtet. Das Feuchtprodukt wird mit 1% Pankreatin bei pH 7,5 und 40°C über 1 Stunde hydrolysiert und walzengetrocknet. Als Finalprodukt wird erhalten ca. 1 kg eines Ballaststoffpräparates. Dieses weist einen Gesamtgehalt an Ballaststoffen von ca. 75% auf und ist frei von Proteinen (Tabelle 2).

Beispiel 8

1 kg bei der Gewinnung von Mehl aus Roggen resultierender Kleie wird mit der gleichen Menge Wasser angefeuchtet. Das Feuchtprodukt wird mit 0,1% Trypsin aus Pankreassaft bei pH 8,0 und 35°C über 12 Stunden hydrolysiert und extrudiert. Als Finalprodukt wird erhalten ca. 1 kg eines Ballaststoffpräparates. Dieses weist einen Gesamtgehalt an Ballaststoffen von ca. 75% auf und ist frei von Proteinen (Tabelle 2).

Tabelle 1

Chemische Zusammensetzung gemäß Beispiel 1 bis 3 gewonnener Ballaststoffpräparate und ihrer Rohstoffe

	Sojabohne		Ackerbohne		Speiseerbse	
	R	F	R	F	R	F
Gesamtballaststoff %	56,2	70,2	78,3	79,8	77,7	86,9
Cellulose %	10,7	12,3	6,1	5,3	8,7	9,9
Hemicellulose, löslich %	35,2	38,2	9,0	9,4	10,4	8,8
Hemicellulose, unlöslich %	4,9	14,1	58,0	59,4	52,2	60,7
Pektin %	5,4	5,6	6,2	5,7	6,4	7,5
Protein %	32,1	15,8	18,8	4,6	11,8	1,1
Lipid %	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7
Asche %	6,9	3,1	2,3	1,4	2,9	2,0
Stärke %	-	-	2,9	0	4,1	0
Trypsin-Inhibitor-Aktivität mg/g	47	0	5,1	0	4,5	0

R = Rohstoff

F = Finalprodukt

Tabelle 2

Chemische Zusammensetzung gemäß Beispiel 4 bis 8 gewonnener Ballaststoffpräparate und ihrer Rohstoffe

	Lupine		Raps		Maiskeime		Weizenkleie		Roggenkleie	
	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F
Gesamtballaststoff %	48,8	85,1	50,6	75,9	35,4	78,4	46,3	75,9	59,6	74,7
Protein %	46,9	2,4	43,0	16,2	15,2	1,6	16,2	0	19,8	0
Stärke %	0,9	0	-	-	4,6	3,9	16,5	1,2	15,6	13,0
Lipid %	3,0	0,1	1,0	0,8	45,1	4,9	1,0	1,0	1,3	1,2
Phytat %	1,8	1,5	6,6	6,0	4,2	0	4,9	4,8	6,3	6,1
Agglucon %	-	-	0,4	0	-	-	-	-	-	-

R = Rohstoff

F = Finalprodukt